



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Ki-Ho JUNG et al. Examiner: Not Yet Assigned
Serial No: 10/614,416 Group Art Unit: Not Yet Assigned
Filed: July 7, 2003 Docket: 678-1201
For: **APPARATUS AND METHOD FOR
TRANSMITTING AND RECEIVING
SIDE INFORMATION ABOUT SELECTIVE
MAPPING IN AN ORTHOGONAL
FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING
COMMUNICATION SYSTEM** Dated: August 6, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Enclosed is a certified copy of Korean Appln. No. 2002-0039482 filed July 8, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Paul J. Farrell
Registration No. 33,494
Attorney for Applicants

3 >

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Boulevard
Uniondale, New York 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8 (a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, postpaid in an envelope, addressed to the: Commissioner of Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on August 6, 2003.

Dated: August 6, 2003

Paul J. Farrell

10916

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

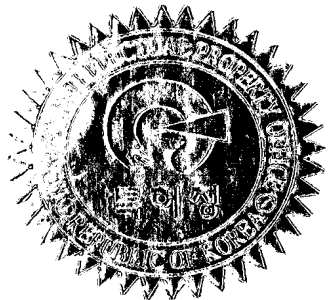
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0039482
Application Number

출원년월일 : 2002년 07월 08일
Date of Application JUL 08, 2002

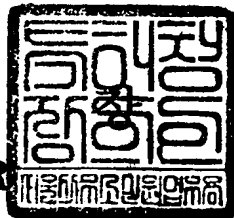
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 07 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.07.08
【국제특허분류】	H04B
【국제특허분류】	H04L
【발명의 명칭】	직교주파수분할다중화 통신시스템에서 선택적매핑의 부가 정보 송수신 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING SIDE INFORMATION OF SELECTIVE MAPPING IN ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING COMMUNICATION SYSTEM
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정기호
【성명의 영문표기】	JUNG,Ki Ho
【주민등록번호】	681003-2350215
【우편번호】	121-765
【주소】	서울특별시 마포구 신공덕동 삼성아파트 106동 1703호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	유흥균
【성명의 영문표기】	RYU,Heung Gyooun
【주민등록번호】	590710-1026226
【우편번호】	360-811

【주소】	충청북도 청주시 상당구 용암동 2095번지 현대아파트 1차 102동 404 호		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	윤성렬		
【성명의 영문표기】	YUN, Sung Ryu I		
【주민등록번호】	750708-1389913		
【우편번호】	367-900		
【주소】	충청북도 괴산군 증평읍 대동 27-1번지		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	서동규		
【성명의 영문표기】	SEO, Dong Kyu		
【주민등록번호】	731212-1380114		
【우편번호】	363-833		
【주소】	충청북도 청원군 문의면 두모리 1구 698		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정 에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	15	면	15,000 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	9	항	397,000 원
【합계】	441,000 원		

【요약서】**【요약】**

본 발명은 직교주파수분할다중화(OFDM) 통신 시스템에서 다중 부반송파에 의한 높은 첨두전력 대 평균전력 비(PAPR)를 감소시켜 비선형 왜곡을 방지하는 방법에 관한 것이다. 송신기는 선택적매핑(SLM) 시스템에서 동일한 복수개의 데이터 블록들에 서로 다른 위상시퀀스를 곱하고 첨두전력 대 평균전력 비가 최소인 결과를 선택하여 전송하면서, 상기 선택에 관련된 부가정보를 상기 데이터 블록의 앞 또는 뒤의 정해진 위치에 삽입하여 전송한다. 수신기는 수신된 데이터 블록의 정해진 위치에서 위상시퀀스와 관련된 부가정보를 검출하고 그 역위상시퀀스를 이용하여 본래의 데이터를 복원한다. 이로써 본 발명은 선택적매핑 시스템에서 부가정보를 전송하고 수신하여 데이터 복원의 정확성을 향상시킬 수 있다.

【대표도】

도 2

【색인어】

OFDM, IFFT, FFT, PAPR, SLM, SI(side information)

【명세서】**【발명의 명칭】**

직교주파수분할다중화 통신시스템에서 선택적매핑의 부가정보 송수신 장치 및 방법
{APPARATUS AND METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING SIDE INFORMATION OF SELECTIVE
MAPPING IN ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING COMMUNICATION SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 통상적인 OFDM 시스템에서 선택적매핑(SLM) 송신기의 블록 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 OFDM 시스템에서 선택적매핑(SLM) 송신기의 블록 구성도.

도 3은 본 발명에 따른 OFDM 시스템에서 선택적매핑(SLM) 수신기의 블록 구성도.

도 4는 선택적매핑(SLM)에 대한 부가정보의 전송 유무에 따른 BER 성능을 비교한
그래프.

도 5는 사피로-루딘 위상 시퀀스를 사용한 경우 PAPR 저감 성능을 비교한 도면.

도 6은 의사잡음 위상 시퀀스를 사용한 경우 PAPR 저감 성능을 비교한 도면.

도 7은 뉴만 위상 시퀀스를 사용한 경우 PAPR 저감 성능을 비교한 도면.

도 8은 블록 개수 $U=4$ 인 경우 PAPR 저감 성능을 비교한 도면.

도 9는 블록 개수 $U=8$ 인 경우 PAPR 저감 성능을 비교한 도면.

도 10은 블록 개수 $U=16$ 인 경우 PAPR 저감 성능을 비교한 도면.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<11> 본 발명은 직교주파수분할다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 이하 "OFDM"이라 칭함) 통신 시스템에 대한 것으로서, 특히 첨두전력 대 평균전력 비 (Peak-to-Average Power Ratio: 이하 "PAPR"이라 칭함)를 감소시키기 위하여 선택적매핑 (Selective Mapping: 이하 "SLM"이라 칭함)을 이용하는 경우 상기 선택에 관련된 부가정보를 송신하고 수신하는 장치 및 방법에 대한 것이다.

<12> 직교주파수분할다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 OFDM이라 함) 방식은 서브 채널의 스펙트럼이 상호 직교성을 유지하면서 서로 중첩되어 있어 스펙트럼 효율이 좋다. 상기 OFDM 방식은 변조가 역 고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭함)에 의해 구현되고, 복조가 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, 이하 "FFT"라 칭함)에 의해 구현된다.

<13> 상기 OFDM 방식을 사용하는 무선통신시스템의 송신기와 수신기의 동작을 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

<14> OFDM 방식의 송신기에서 입력 데이터는 스크램블러, 부호화기, 인터리버를 거쳐서 부 반송파로 변조된다. 이때, 상기 송신기는 다양한 가변 전송률을 제공하게 되는데, 상기 전송률에 따라서 각기 다른 부호율, 인터리빙 크기 및 변조방식을 갖게 된다. 통상적으로 상기 부호화기는 1/2, 3/4 등의 부호율을 사용하고, 연접 에러를 막기 위한 인터리버의 크기는 OFDM 심볼당 부호화된 비트 수(NCBPS)에 따라 결정된다. 상기 변조방식은

요구된 데이터 전송률에 따라 QPSK(Quarature Phase Shift Keying), 8PSK(8ary PSK), 16QAM(16ary Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM(64ary QAM) 등을 사용한다. 상기한 구성들에 의해 소정 개수의 부 반송파로 변조된 신호는 소정 개수의 파일럿들과 더해지고, 이는 IFFT 블럭을 통과하여 하나의 OFDM 신호를 형성한다. 상기 OFDM 신호는 다중 경로 채널 환경에서의 심볼간 간섭을 제거하기 위한 보호구간이 삽입된 뒤 심볼 파형 생성기를 통과하여 최종적으로 무선 주파수부에 의해 무선 채널로 전송된다.

<15> 이에 대응하여 수신기에서는 상기 송신기의 역 과정이 일어나며 동기화 과정이 첨가된다. 먼저, 정해진 훈련심볼을 이용하여 주파수 오프셋 및 심볼 오프셋을 추정하는 과정이 선행되어야 한다. 그 뒤에 보호구간을 제거한 데이터 심볼이 FFT 블럭을 통과하여 소정 개수의 파일럿들이 포함된 소정 개수의 부 반송파로 복원된다. 경로 지연 현상을 극복하기 위해 등화기는 채널 상태를 추정하여 수신신호로부터 채널에 의한 신호 왜곡을 제거한다. 상기 등화기를 통과하여 채널응답이 보상된 데이터는 비트열로 변환되어 디인터리버를 통과한 다음, 에러 정정을 위한 복호화기와 디스크램블러를 거쳐서 최종 데이터로 복원된다.

<16> 이러한, OFDM 방식에서는 입력데이터를 단일 반송파로 고속전송을 하는 대신 다수의 반송파상에서 병렬로 저속전송을 행하게 된다. 즉, 상기 OFDM 방식은 변/복조부의 효율적인 디지털 구현이 가능하고, 주파수 선택적 페이딩이나 협대역 간섭에 대한 영향을 적게 받는 특징을 가진다. 상기한 특징으로 인해 현재 유럽 디지털 방송의 전송과 IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, 및 IEEE 802.16 등 대용량 이동통신시스템의 규격으로 채택되어 있는 고속의 데이터 전송에 효과적인 기술이라 할 수 있다.

- <17> 상기 OFDM 방식을 사용하는 이동통신시스템은 다중 반송파들을 이용하여 데이터를 전송하므로 OFDM 신호의 진폭 크기는 상기 다중 반송파들의 진폭 크기의 합으로 표현될 수 있다. 그런데 상기 다중 반송파들 각각의 위상이 일치한다면, OFDM 신호는 매우 높은 첨두전력 대 평균전력(Peak to Average Power Ratio, 이하 "PAPR"이라 칭함)을 갖게 된다. 높은 PAPR을 가지는 OFDM 신호는 고출력 선형증폭기의 효율을 낮추고, 고출력 증폭기의 동작점을 비선형영역에 들어서게 하여 반송파들간의 상호변조왜곡과 스펙트럼 분산을 유발한다. 따라서 OFDM 시스템에서 PAPR을 감소시키기 위한 여러 가지 연구가 진행되고 있다.
- <18> OFDM 시스템에서 PAPR을 낮추기 위한 알려진 기술로는 PAPR을 감소시키는 방법으로 클리핑(Clippling), 블럭 부호화(Block Coding), 위상(Phase) 조정 방법이 있다.
- <19> 상기 클리핑 방법은 입력 신호의 크기가 정해진 값보다 크면 강제로 그 크기를 정해진 값으로 잘라내어 간단하게 PAPR을 감소시킨다. 그러나 비선형 연산으로 인해 대역 내(in-band) 왜곡이 발생하여 비트 에러율(Bit Error Rate: 이하 "BER"이라 함.)이 증가되고 대역 밖(out-band) 클리핑 잡음으로 인하여 인접 채널 간섭이 발생하게 된다.
- <20> 상기 블럭부호화 방법은 전체 반송파 신호의 PAPR이 낮아지도록 여분의 반송파에 부호화기법을 부가하여 전송한다. 이 기술은 부호화로 인하여 에러를 정정할 수 있을 뿐 아니라 신호의 왜곡없이 PAPR을 감소시킬 수 있다. 그러나 부반송파가 큰 경우 스펙트럼 효율이 매우 나쁘고, 룩업 테이블(look-up table)이나 생성 매트릭스(generation matrix)의 크기가 커져 매우 복잡하고 계산량이 많다.

- <21> 상기 위상 조정 방법에는 선택적매핑(Selective Mapping: 이하 "SLM"이라 함)과 부분전송시퀀스(Partial Transmit Sequence: 이하 "PTS"라 함)가 있다. 상기 부분전송시퀀스 방법은 비선형 왜곡없이 PAPR을 감소시킬 수 있는 융통성있는 방법으로 알려져 있다. 즉 상기 부분전송시퀀스는 입력 데이터를 M개의 하부블럭으로 나누어 각각 L-점 IFFT를 수행한 다음 각 하부블럭에 PAPR을 최소화하도록 하는 위상인자를 각각 곱한 후 합산하여 전송한다. 그러나 하부블럭의 개수(M)만큼의 IFFT가 필요하고, 하부블럭의 수가 증가함에 따라 위상인자를 계산하기 위한 계산량이 막대해져 고속 정보전송을 방해한다.
- <22> 상기 SLM은 동일한 M개의 데이터 블럭에 통계적으로 독립적인 N 길이의 서로 다른 위상 시퀀스들을 각각 곱하고 그 중 가장 낮은 PAPR을 가지는 결과를 선택하여 전송한다. 이러한 SLM은 M개의 IFFT 과정이 필요로 한 반면 PAPR을 상당히 낮출 수 있고 임의의 반송파 개수에 적용이 가능하다는 장점이 있다.
- <23> 도 1은 통상적인 OFDM 시스템에서 선택적매핑(SLM) 송신기의 블럭 구성도를 나타낸 것이다. 도시한 바와 같이 SLM 송신기(100)는 매퍼(Mapper)(110)와 직/병렬 변환부(120)와 분배부(130)와 위상시퀀스 발생부(140)와 복수개의 곱셈기들(150)(152)(154)과 복수개의 역고속푸리에 변환부들(IFFT)(160)(162)(164)과 선택부(170)로 구성된다.
- <24> 상기 도 1을 참조하면, 상기 송신기(100)에서 전송하고자 하는 정보는 소정 부호율에 의해 부호화하고, 상기 부호화에 의해 출력되는 부호화 비트들이 인터리빙된 후 상기 매퍼(110)의 입력 데이터로 제공된다. 상기 부호화 방식으로는 다양한 방식들이 제안되고 있으나 에러 정정 부호인 터보 부호를 이용하여 부호화하는 방식이 대표적으로 사용된다. 이때, 상기 소정 부호율로는 1/2 및 3/4 등이 있다.

- <25> 상기 매퍼(110)는 상기 입력 데이터를 정해진 변조방식에 따라 대응하는 변조심볼에 매핑시켜 출력하며, 상기 직/병렬 변환부(120)는 상기 매퍼(210)에서 순차적으로 출력되는 심볼들을 상기 역고속푸리에 변환부들(160 내지 164)의 입력 탭수(L-점, L-point)에 따라 L개의 병렬 회선들로 출력한다. 상기 분배부(130)는 상기 직/병렬 변환부(120)로부터 병렬로 출력되는 심볼들을 상기 역고속푸리에 변환부들(160 내지 164)의 개수 U에 따라 U개의 동일한 데이터 블록들로 복사하여 상기 곱셈기들(150 내지 154)로 각각 제공한다.
- <26> 한편 상기 위상시퀀스 발생부(140)는 통계적으로 독립적이며 길이 N을 가지는 U개의 위상시퀀스들을 상기 곱셈기들(150 내지 154)로 각각 출력한다. 여기서 상기 위상시퀀스는 입력의 위상을 조절하기 위한 것이다. 그러면 상기 곱셈기들(150 내지 154)은 상기 분배부(130)에 의하여 분배된 동일한 데이터 블록들에 서로 다른 위상시퀀스들을 곱한다.
- <27> 상기 곱셈기들(150 내지 154)의 출력들은 상기 역고속푸리에 변환부들(160 내지 164)에 의하여 역고속푸리에 변환되고, 최종적으로 상기 선택부(170)는 상기 역고속푸리에 변환부들(160 내지 164)의 출력들 중에서 가장 작은 PAPR을 가지는 것을 선택하여 출력한다.
- <28> 상기 도 1에서 보는 바와 같이, SLM은 U개의 IFFT 과정이 필요로 한 반면 PAPR을 상당히 낮출 수 있고 임의의 반송파 개수에 적용이 가능한 장점이 있다. 더욱이 PTS와는 달리 계산량과 계산시간이 그리 크지 않으므로 고속 정보전송에 유리하다.
- <29> 그런데 이상에서 설명한 선택적매핑 방법은 수신기에서 정보 데이터를 복원할 수 있도록 하기 위해서, 위상시퀀스의 선택에 대한 부가정보를 전송해야 한다는 부담을 가

지고 있었다. 따라서 OFDM 시스템에서 선택적매핑 방법을 실현하기 위해서 상기 부가정보를 효과적으로 전송하기 위한 방법을 필요로 하게 되었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <30> 따라서 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 직교주파수변조다중화(OFDM) 방식을 사용하는 무선통신시스템에서 신호의 왜곡없이 첨두전력 대 평균 전력 비(PAPR)를 효과적으로 낮추기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <31> 본 발명의 다른 목적은 직교주파수변조다중화 방식을 사용하는 무선통신시스템에서 선택적매핑(SLM)를 이용하여 신호의 왜곡없이 첨두전력 대 평균전력 비를 낮추기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <32> 본 발명의 또 다른 목적은 선택적매핑(SLM) 기법을 이용하여 첨두전력 대 평균전력 비를 감소시킴에 있어서 사용된 위상시퀀스에 대한 부가정보를 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <33> 본 발명의 또 다른 목적은 선택적매핑(SLM) 기법을 이용하여 첨두전력 대 평균전력 비를 감소시킴에 있어서 사용된 위상시퀀스에 대한 부가정보를 수신하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <34> 본 발명의 또 다른 목적은 선택적매핑(SLM) 기법을 이용하여 첨두전력 대 평균전력 비를 감소시킴에 있어서 사용된 위상시퀀스에 대한 부가정보를 수신하여 정보 데이터를 복원하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<35> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세히 설명한다. 도면상에 표시된 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호로 나타내었으며, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

<36> 후술될 본 발명의 실시예에 대한 상세한 설명에서는 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식의 무선통신시스템에서 원 신호를 유지하면서 침투전력 대 평균전력 비(PARR)를 감소시키기 위한 장치 및 방법에 대해 구체적으로 살펴보도록 한다. 즉, 본 발명은 선택적매핑(SLM) 방식을 사용하는 OFDM 시스템에서 위상시퀀스(phase sequence)에 대한 부가정보를 전송하고 수신하는 장치 및 방법에 대한 것이다. 보다 상세히 설명하면, 상기 위상시퀀스에 대한 부가정보는 전송되는 데이터 블록에 삽입된다.

<37> 한편 후술될 본 발명의 상세한 설명에서는 OFDM 변조, IFFT, FFT, 스펙트럼 효율, 비트 에러율(Bit Error Rate: 이하 "BER"이라 한다.) 등과 같은 특정 상세들이 본 발명의 보다 전반적인 이해를 위해 사용되고 있다. 이들 특정 상세들 없이 또한 이들의 변형에 의해서도 본 발명이 용이하게 실시될 수 있다는 것은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

- <38> 도 2는 본 발명에 따른 OFDM 시스템에서 선택적매핑(SLM) 송신기의 블럭 구성도를 나타낸 것이다. 도시한 바와 같이 SLM 송신기(200)는 매퍼(Mapper)(210)와 직/병렬 변환부(220)와 분배부(230)와 위상시퀀스 및 부가정보 발생부(240)와 복수개의 곱셈기들(250)(252)(254)과 복수개의 부가정보 삽입부들(260)(263)(264)과 복수개의 역고속푸리에 변환부들(IFFT)(260)(262)(264)과 선택부(270)로 구성된다.
- <39> 상기 도 2를 참조하면, 상기 송신기(200)에서 전송하고자 하는 정보는 소정 부호율에 의해 부호화하고, 상기 부호화에 의해 출력되는 부호화 비트들이 인터리빙된 후 상기 매퍼(210)의 입력 데이터 A_{mu} 로서 제공된다. 상기 부호화 방식으로는 다양한 방식들이 제안되고 있으나 에러 정정 부호인 터보 부호를 이용하여 부호화하는 방식이 대표적으로 사용된다. 이때, 상기 소정 부호율로는 1/2 및 3/4 등이 있다.
- <40> 상기 매퍼(210)는 상기 입력 데이터 A_{mu} 를 정해진 변조방식에 따라 대응하는 변조심볼에 매핑시켜 출력하며, 상기 직/병렬 변환부(220)는 상기 매퍼(210)에서 순차적으로 출력되는 심볼들을 병렬 회선들로 출력한다. 상기 분배부(230)는 상기 직/병렬 변환부(220)로부터 병렬로 출력되는 심볼들을 상기 역고속푸리에 변환부들(260 내지 264)의 개수 U 에 따라 U 개의 동일한 데이터 블럭들로 복사하여 상기 곱셈기들(250 내지 254)로 각각 제공한다. 여기서 상기 데이터 블럭이란 병렬 회선으로 동시에 출력되는 복수개의 심볼들을 의미한다.
- <41> 한편 상기 위상시퀀스 및 부가정보 발생부(240)는 통계적으로 독립적이며 길이 N 을 가지는 U 개의 위상시퀀스들을 상기 곱셈기들(250 내지 254)로 각각 출력하며, 또한 상기 위상시퀀스들을 식별하는 부가정보인 식별자들을 상기 부가정보 삽입부들(260 내지 264)로 각각 출력한다. 여기서 상기 위상시퀀스는 입력 데이터의 위상을 조절하기 위한 것이

며, 상기 식별자는 상기 위상시퀀스를 식별하기 위한 일종의 인덱스 정보로서 " $\log_2 U$ "의 길이를 가진다.

<42> 그러면 상기 곱셈기들(250 내지 254)은 상기 분배부(230)에 의하여 분배된 동일한 데이터 블록들에 상기 위상시퀀스 및 부가정보 발생부(240)에서 출력되는 서로 다른 위상시퀀스들을 곱함으로써 상기 데이터 블록들을 위상 회전시킨다. 도 2에서 상기 위상 회전된 U 개의 데이터 블록들은 $A_{\mu}^{(1)}$ 내지 $A_{\mu}^{(U)}$ 로서 표시되었다. 상기 부가정보 삽입부들(260)은 상기 위상 회전된 데이터 블록들의 앞 또는 뒤에 해당 위상시퀀스를 나타내는 부가정보를 삽입한다. 즉 상기 부가정보는 위상 회전이 이루어진 데이터 블록에 삽입되어 해당 위상 회전에 대한 정보를 표시하게 된다.

<43> 상기 부가정보 삽입부들(260 내지 264)의 출력들, 즉 부가정보가 삽입된 데이터 블록들은 상기 역고속푸리에 변환부들(270 내지 274)에서 역고속푸리에 변환되고, ($a_{\mu}^{(1)}$ 내지 $a_{\mu}^{(U)}$) 최종적으로 상기 선택부(280)는 상기 역고속푸리에 변환부들(160 내지 164)의 출력들 각각에 대하여 PAPR들을 계산하고 상호 비교한 뒤 가장 작은 PAPR을 가지는 하나를 선택하여 OFDM 신호 \tilde{a}_{μ} 로서 출력한다.

<44> 이하 본 발명에 따른 동작을 하기의 수학적식들을 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다.

<45> 먼저, 하기의 <수학적식 1>은 부반송파의 개수에 따라 병렬 변환된 데이터 블록 A_{μ} 을 나타낸 것이다.

<46> 【수학적식 1】 $\langle PSTYLESPACE=230 \rangle A_{\mu} = [A_{\mu,0}, \dots, A_{\mu,N-1}]$

<47> 여기서 $A_{\mu, \nu}$ 은 ν 번째 심볼을 의미하며, 상기 A_{μ} 를 부반송파 벡터라 하기로 한다.

<48> 또한 하기의 <수학식 2>는 U 개의 위상시퀀스들 중 u 번째 위상 시퀀스 $P^{(u)}$ 의 일 예를 벡터 형태로 나타낸 것으로서, 이는 길이가 N 이고 0 과 π 사이의 임의의 값에 대응되는 의사 랜덤 시퀀스이다.

<49>

$$\text{【수학식 2】} \quad P^{(u)} = [P_0^{(u)}, \dots, P_{N-1}^{(u)}]$$

<50>

$$P_{\nu}^{(u)} = e^{+j \phi_{\nu}^{(u)}}, \quad \phi_{\nu}^{(u)} \in [0, 2\pi], \quad 0 \leq \nu \leq N-1, \quad 1 \leq u \leq U$$

<51> 또 다른 위상 시퀀스로 뉴만(Newman) 위상 시퀀스와 사피로-루딘 위상 시퀀스 (Shapiro- Rudin phase sequence)가 있으며 이를 하기의 <수학식 3>에 나타내었다.

<52>

$$\text{【수학식 3】} \quad \phi_n = \frac{(n-1)^2 \pi}{N}, \quad \text{where } n=1, 2, \dots, N$$

<53> 여기서 상기 ϕ_n 은 n 번째 부반송파에 곱해질 위상 오프셋(phase offset)이며, 상기 N 은 입력 데이터 심볼의 길이이자 부반송파수이다.

<54> 사피로-루딘 위상 시퀀스의 생성 방법을 설명하면, 먼저 길이가 두 배인 시퀀스를 반복하여 생성한 뒤 이전 시퀀스를 한번 그대로 삽입하고 이전 시퀀스의 반은 그대로 삽입하고 나머지 반은 부호를 바꾸어 삽입한다. 반복(Iteration) 수가 증가함에 따라 시퀀스의 길이는 2^{N+1} 로 증가한다. 하기의 <표 1>은 사피로-루딘 위상 시퀀스의 생성 예이다.

<55> 【표 1】

Iteration	Shapiro-Rudin String-k
0	11
1	111-1
2	111-111-11
3	111-111-11111-1-1-11-1

<56> 상기 부반송파 벡터 A_μ 는 상기 U개의 위상 시퀀스 벡터 $P^{(u)}$ 와 각각 곱해져서 U개의 서로 다른 부반송파 벡터 $A_\mu^{(u)}$ 을 생성한다.

<57> 【수학식 4】 $A_{\mu,v}^{(u)} = A_{\mu,v} \cdot P_v^{(u)}, \quad 0 \leq v \leq N-1, \quad 1 \leq u \leq U$

<58> 상기 $A_{\mu,v}^{(u)}$ 는 u번째 위상시퀀스 $P_v^{(u)}$ 에 의해 위상 회전된 v번째 심볼을 의미한다.

<59> 선택적매핑(SLM)에 대한 부가정보 $SI^{(u)}, u=1,2,\dots,U$ 는 $\log_2 U$ 비트로서 데이터 블록의 처음 또는 마지막 부분에 삽입된다. 상기 부가정보는 위상시퀀스에 의하여 위상 회전되어서는 안되기 때문에 위상 회전이 이루어진 데이터 블록에 삽입된다.

<60> 부가정보까지 모두 추가된 U개의 부반송파 벡터들은 역고속푸리에 변환에 의하여 시간영역으로 변환되어 $a_\mu^{(u)} = IFFT\{A_\mu^{(u)}\}$ 가 되고, 이중 가장 낮은 PAPR \tilde{x}_μ 를 갖는 \tilde{a}_μ 가 선택되어 전송된다.

<61> 도 3은 본 발명에 따른 OFDM 시스템에서 선택적매핑(SLM) 수신기의 블록 구성도를 나타낸 것이다. 상기 도 3에서 보는 바와 같이 SLM 수신기(300)는 직/병렬 변환부(310)와 고속푸리에 변환부(FFT)(320)와 병/직렬 변환부(330)와 곱셈기(340)와 부가정보 검출부(350)와 위상시퀀스 발생부(360)와 부가정보 제거부(370)와 디맵퍼(380)로 구성된다.

- <62> 복수개의 반송파들에 실려 수신된 무선주파수(Radio Frequency: RF) 신호들은 기저대역의 디지털 신호로 변환된 후 동기 및 잡음 제거를 위한 소정의 신호처리 절차를 거쳐 상기 직/병렬 변환부(310)에 수신 신호 \tilde{r}_k 로서 제공된다.
- <63> 상기 직/병렬 변환부(310)는 상기 수신 신호 \tilde{r}_k 을 심볼 단위로 병렬 변환하여 상기 고속푸리에 변환부(320)의 입력 탭수(L-점)에 따라 L개의 병렬 회선들로 출력한다. 상기 고속푸리에 변환부(320)는 상기 직/병렬 변환부(310)로부터 병렬로 출력되는 신호들을 각각 고속푸리에 변환한 심볼들을 출력한다. 상기 고속푸리에 변환부(320)로부터 병렬로 출력되는 심볼들은 병/직렬 변환부(330)에 의하여 길이 L의 데이터 블록 $A_{k,v}^{(u)}$ 으로 직렬 변환된다. 상기 데이터 블록은 상기 곱셈기(340)로 제공되는 한편 상기 부가정보 검출부(350)로 제공된다.
- <64> 상기 부가정보 검출부(350)는 상기 데이터 블록의 정해진 위치, 즉 상기 데이터 블록의 앞 또는 뒤에서 부가정보를 검출한다. 상기 부가정보는 상기 데이터 블록을 위상 회전시킨 위상시퀀스를 지시하는 $\log_2 U$ 비트의 인덱스이다. 상기 위상시퀀스 발생부(360)는 상기 부가정보 검출부(350)에 의해 검출된 부가정보에 의해 확인되는 인덱스에 해당하는 위상시퀀스의 역위상시퀀스를 발생하여 상기 곱셈기(340)로 제공한다.
- <65> 상기 곱셈기(340)는 상기 병/직렬 변환부(330)로부터 제공된 데이터 블록에 상기 위상시퀀스 발생부(360)에서 발생된 역위상시퀀스를 곱하여, 상기 데이터 블록을 위상 역회전시킨다. 상기 부가정보 제거부(370)는 상기 곱셈기(340)의 출력에서 부가정보를 제거하며 상기 디매퍼(380)는 상기 부가정보 제거부(370)의 출력을 해당하는 변조방식에 따라 디매핑하여 데이터로 복원된다.

- <66> 이하 OFDM 시스템에서 PAPR을 감소시키기 위하여 SLM 방식을 사용하는 경우 상기 SLM에 대한 부가정보의 정확한 송수신이 시스템에 미치는 영향에 대하여 설명한다.
- <67> 도 4는 SLM 방식을 사용하는 시스템에서 부가정보를 삽입하지 않은 방식과 부가정보를 삽입한 경우, 부가 백색 가우시안 잡음(Additive White Gaussian Noise: AWGN) 채널의 BER 성능을 비교한 그래프이다. 여기서는 BPSK 변조 방식을 사용하였고, 부반송파의 수 $N=32$, 블록의 수 $U=4$ 이다.
- <68> 상기 도 4를 참조하면, 부가정보를 전송하지 않은 SLM 수신기의 BER("no SI"라 표기함)은 데이터를 정확히 복원할 수 없으므로 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio: SNR)에 관계없이 좋지 않다. 이에 비하여 부가정보를 전송하는 SLM 수신기("with SI"라 표기함)에서는 이론적인 BPSK 수신기("theoretical"이라 표기함)에 비하여 $BER=10^{-4}$ 에서 약 0.5dB 정도의 성능 저하가 발생한다. 이는 부가정보 오류가 발생한 경우이다. 만약 부가정보를 FEC(forward error correction)와 같은 부호화방식을 사용하여 전송하면, 부가정보 오류에 따른 성능 감소 발생을 막을 수 있다.
- <69> 도 5 내지 도 7은 SLM 기법을 사용하는 OFDM 시스템에서 위상 회전 인자(phase rotation factor)로서 사피로-루딘 위상 시퀀스(Shapiro-Rudin phase sequence)와, 의사잡음 위상 시퀀스(pseudo-random phase sequence)와, 뉴만 위상 시퀀스(Newman phase sequence)를 사용한 경우, 본 발명에 따른 SLM("theoretical"이라 표기함, $U=4, 8, 16$)과

종래기술에 따른 SLM("original OFDM"이라 표기함, $U=1$)의 PAPR 저감 성능을 비교한 것이다. 각각의 위상 시퀀스(phase sequence)에 대하여 부반송파수 $N=32$ 이다.

<70> 도 5는 사피로-루딘 위상 시퀀스(Shapiro-Rudin phase sequence)를 사용한 경우이고, 도 6은 의사잡음 위상 시퀀스(pseudo-random phase sequence)를 사용한 경우이고, 도 7은 뉴만 위상 시퀀스(Newman phase sequence)를 사용한 경우의 CCDF(Complementary Cumulative Distribution Function)를 나타내었다. 여기서 의사잡음 위상 시퀀스(Pseudo-random sequence)의 경우 $P_v^{(w)} \in \{\pm 1, \pm j\}$ 로 이루어진 램덤 시퀀스를 발생하여 시뮬레이션하였다.

<71> 하기의 <표 2>는 상기 세 가지 위상시퀀스들의 PAPR 저감 성능을 비교한 것이다.

<72> 【표 2】

CCDF		1	4	8	16
10^{-3}	Shapiro-Rudin	10.4	7.5	6.7	6.1
	Pseudo-Random	10.4	7.9	7.2	6.8
	Newman	10.4	8.4	8.2	8.0

<73> 상기 <표 2>에서 블럭 수 U 가 증가할수록 PAPR이 저감됨을 알 수 있다. 위의 세 가지 위상시퀀스 중에서 사피로-루딘 위상시퀀스(Shapiro-Rudin phase sequence)가 가장 좋은 성능 PAPR 저감 성능을 나타낸다.

<74> 도 8 내지 10은 사피로-루딘 위상시퀀스(Shapiro-Rudin phase sequence)를 이용한 SLM 기법을 사용하는 OFDM 시스템에서 블럭 개수 $U=4, 8, 16$ 인 경우의 PAPR 저감 성능을 비교한 것이다. 도시한 바와 같이 블럭 개수가 증가할수록 우수한 PAPR 저감 성능을 얻

을 수 있다. 본 발명에 따른 적응 SLM 기법의 경우 임계치를 상당히 낮게 설정하지 않는 한 전체 중 몇 개의 IFFT 블럭만을 연산하면 된다. 그러므로 기존의 SLM 기법의 연산량을 100%로 보고 본 발명에 따라 부가정보를 송수신하는 적응 SLM 기법의 계산량을 이와 비교하면 하기의 <표 3>과 같다. 하기의 <표 3>은 임계치에 따른 연산량을 비교한 것이다.

<75> 【표 3】

Threshold	U 4	8	16
5dB	82.6%	70.0%	49.2%
6dB	52.4%	28.4%	15.8%
7dB	32.5%	16.2%	8.5%

<76> 도 8을 보면, U=4인 경우 임계치를 5dB와 6dB로 설정하였을 때 0.1% 이하에서 CCDF 성능들은 동일하다. 그러므로 이러한 경우 상기 <표 3>의 계산량을 고려하여 6dB를 임계치로 설정하는 것이 효율적이다. U=8인 경우도 도 9에 나타난 것처럼 0.1% 이하에서 CCDF 성능들이 동일하므로 6dB를 임계치로 설정하는 것이 효율적이다. 한편 U=16인 경우에는 도 10을 보면 임계치를 5dB로 설정했을 때 기존의 SLM 기법과 동일한 성능을 얻을 수 있다.

<77> 임계치를 큰 값으로 설정할수록 임계치보다 낮은 PAPR이 발생할 확률이 크므로 연산량은 감소하게 되지만 CCDF 성능은 기존의 SLM 기법에 비해 좋지 않게 된다. 기존의 SLM 기법의 계산량을 100%로 보았을 때 적응 SLM 기법의 경우 U=4일 때 약 52%, U=8일 때 약 28%, U=16일 때 약 49%의 계산량만으로 동일한 성능을 얻을 수 있다. 이것은 U=4일 때 48%, U=8일 때 72%, U=16일 때 51%의 계산량 감소를 의미한다.

<78> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되지 않으며, 후술되는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

【발명의 효과】

<79> 이상에서 상세히 설명한 바와 같이 동작하는 본 발명에 있어서, 개시되는 발명중 대표적인 것에 의하여 얻어지는 효과를 간단히 설명하면 다음과 같다.

<80> 상기와 같이 본 발명은 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 무선통신시스템에서 다중 반송파 사용으로 인한 가장 큰 단점인 높은 PAPR을 효율적으로 줄이기 위한 SLM 방법에 적용되며, 부가 정보를 전송함으로써 수신단에서 정보 데이터를 정확히 복원하는 효과를 갖는다.

<81> 본 발명에서 제안하고 있는 부가 정보 송수신 장치 및 방법은 변조 방식의 종류에 관계없이 적용 가능하며, 간단한 구조로서 구현할 수 있을 뿐만 아니라 PAPR 저감 성능도 유지할 수 있다. 더욱이, 부가정보를 실시간으로 전송 가능하여 초고속 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 무선통신 시스템에 적용할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

첨두전력 대 평균전력 비(Peak to Average Power Ratio: PAPR)를 감소시키기 위하여 선택적매핑(Selective Mapping: SLM) 방식을 사용하는 직교주파수분할다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) 시스템에서 상기 선택적매핑에 관련된 부가정보를 송신하는 장치에 있어서,

입력 심볼들을 복수개의 동일한 데이터 블록들로 복사하는 분배부와,

상기 복사된 데이터 블록들에 위상 회전을 위한 서로 다른 위상시퀀스들을 각각 곱하여 위상 회전된 데이터 블록들을 생성하는 복수개의 곱셈기들과,

상기 위상 회전된 데이터 블록들의 정해진 위치에, 해당하는 위상시퀀스를 지시하는 부가정보를 삽입하는 복수개의 부가정보 삽입부들과,

상기 부가정보가 삽입된 데이터 블록들을 각각 역고속푸리에 변환하는 복수개의 역고속푸리에 변환부들과,

상기 역고속푸리에 변환부들의 출력들 중 최소의 PAPR을 가지는 하나를 선택하여 출력하는 선택부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 부가정보는, 해당하는 위상시퀀스의 주소 정보인 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 부가정보는, 상기 위상 회전된 데이터 블록들의 앞에 삽입되는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 부가정보는, 상기 위상 회전된 데이터 블록들의 뒤에 삽입되는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 위상시퀀스들은, 사피로-루딘 위상시퀀스 또는 위사잡음 위상시퀀스 또는 뉴만 위상시퀀스인 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 6】

첨두전력 대 평균전력 비(PAPR)를 감소시키기 위하여 선택적매핑(SLM) 방식을 사용하는 직교주파수분할다중화(OFDM) 시스템에서 상기 선택적매핑에 관련된 부가정보를 수신하는 장치에 있어서,

수신된 신호를 고속푸리에 변환하여 데이터 블록을 생성하는 고속푸리에 변환부와,

상기 데이터 블록에서 송신기에 의해 삽입된 부가정보를 검출하는 부가정보 검출부와,

상기 검출된 부가정보에 의해 지시되는 위상시퀀스의 역위상시퀀스를 발생하는 위상시퀀스 발생부와,

상기 데이터 블록에 상기 역위상시퀀스를 곱하여 상기 데이터 블록을 역위상 회전시키는 역위상 회전부와,

상기 역위상 회전부의 출력에서 상기 부가정보를 제거하는 부가정보 제거부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 7】

첨두전력 대 평균전력 비(PAPR)를 감소시키기 위하여 선택적매핑(SLM) 방식을 사용하는 직교주파수분할다중화(OFDM) 시스템에서 상기 선택적매핑에 관련된 부가정보를 송신하는 방법에 있어서,

입력 심볼들을 복수개의 동일한 데이터 블록들로 복사하는 과정과,

상기 복사된 데이터 블록들에 위상 회전을 위한 서로 다른 위상시퀀스들을 각각 곱하여 위상 회전된 데이터 블록들을 생성하는 과정과,

상기 위상 회전된 데이터 블록들의 정해진 위치에, 해당하는 위상시퀀스를 지시하는 부가정보를 각각 삽입하는 과정과,

상기 부가정보가 삽입된 데이터 블록들을 각각 역고속푸리에 변환하는 과정과,

상기 역고속푸리에 변환된 데이터 블록들 중 최소의 PAPR을 가지는 하나를 선택하여 출력하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 8】

첨두전력 대 평균전력 비(PAPR)를 감소시키기 위하여 부분전송시퀀스(PTS) 방식을 사용하는 직교주파수분할다중화(OFDM) 시스템에서 상기 부분전송시퀀스에 관련된 부가정보를 수신하는 방법에 있어서,

수신된 신호를 고속푸리에 변환하여 데이터 블록을 생성하는 과정과,

상기 데이터 블록에서 송신기에 의해 삽입된 부가정보를 검출하는 과정과,

상기 검출된 부가정보에 의해 지시되는 위상시퀀스의 역위상시퀀스를 발생하는 과정과,

상기 데이터 블록에 상기 역위상시퀀스를 곱하여 상기 데이터 블록을 역위상 회전시키는 과정과,

상기 역위상 회전된 데이터 블록에서 상기 부가정보를 제거하여 출력하는 과정을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 9】

첨두전력 대 평균전력 비(PAPR)를 감소시키기 위하여 부분전송시퀀스(PTS) 방식을 사용하는 직교주파수분할다중화(OFDM) 시스템에서 상기 부분전송시퀀스에 관련된 부가정보를 송신하는 방법에 있어서,

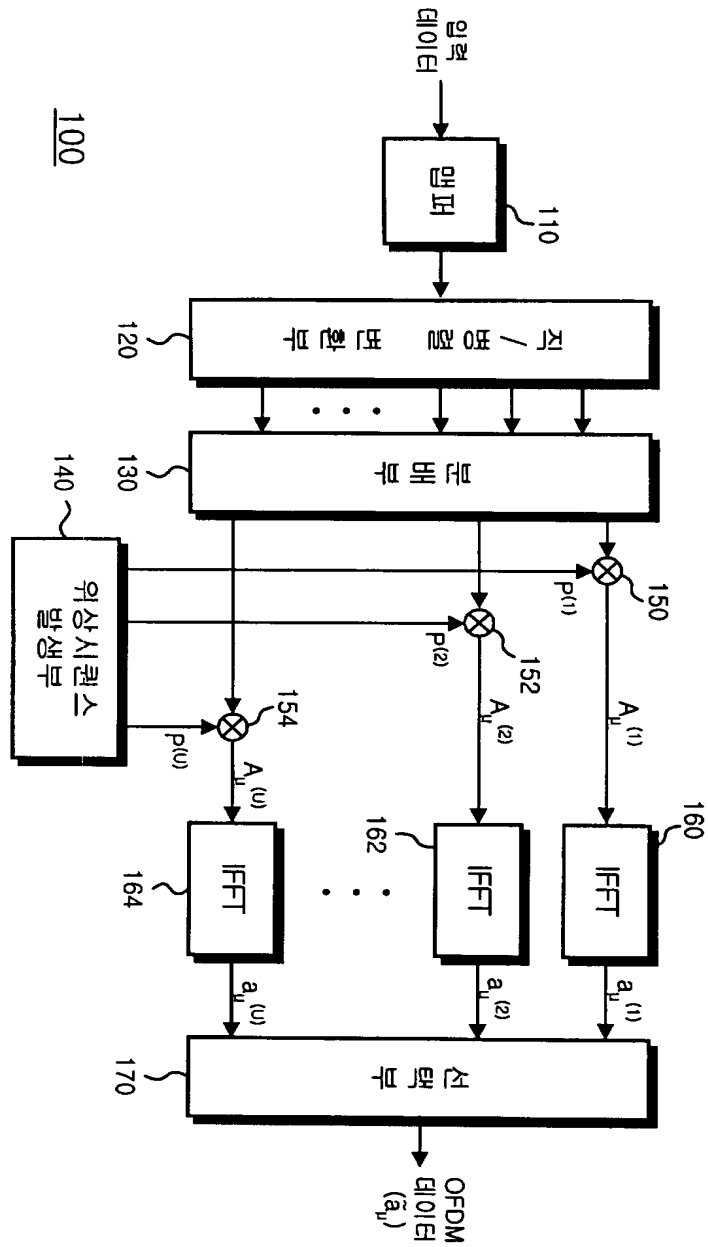
입력 데이터를 복수개의 데이터 블록들로 복사하고 상기 복사된 데이터 블록들에서 서로 다른 위상시퀀스를 곱하여 위상 회전시키는 과정과,

상기 위상 회전된 데이터 블록들에 해당 위상시퀀스를 지시하는 부가정보를 각각 삽입하는 과정과,

상기 부가정보가 삽입된 데이터 블록들 중 최소의 PAPR을 가지는 데이터 블록을 선택하여 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

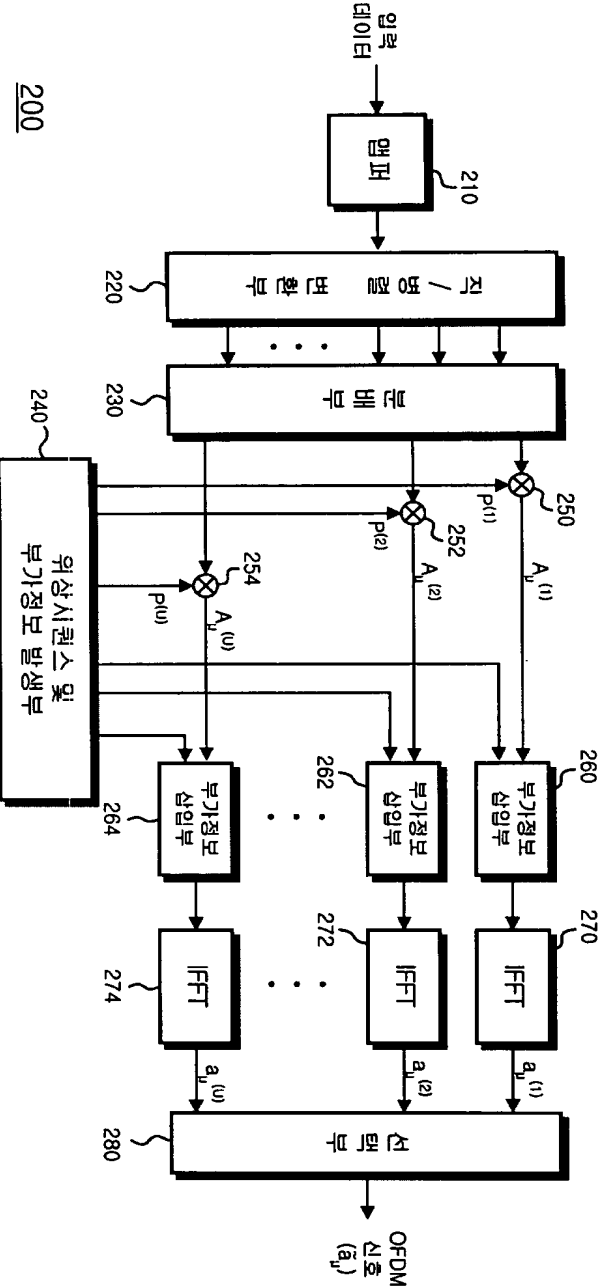
【도면】

【도 1】

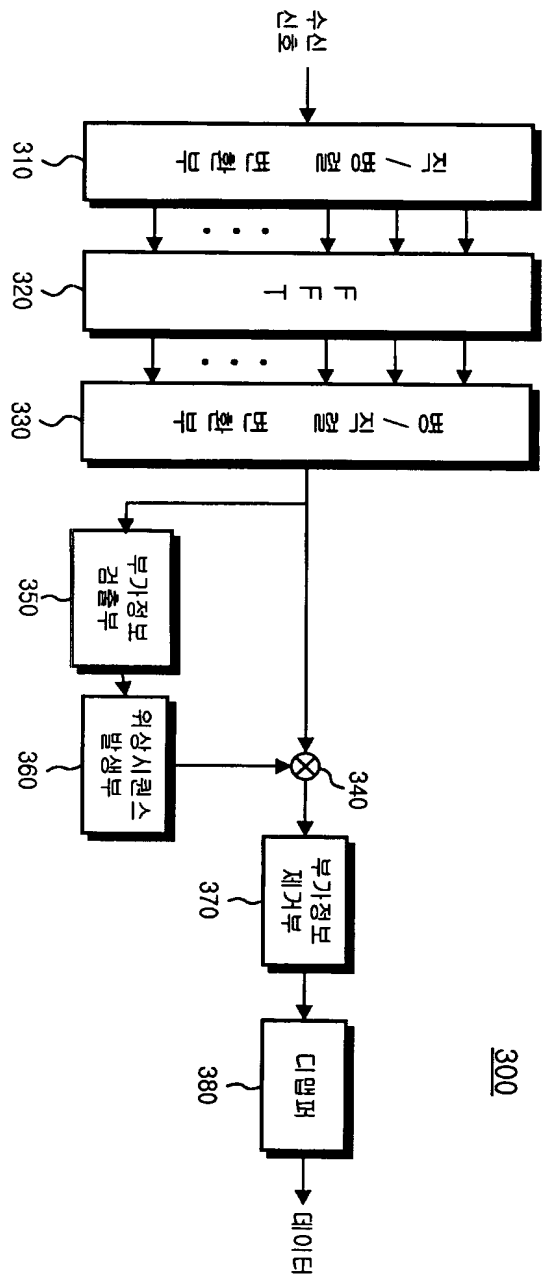


【도 2】

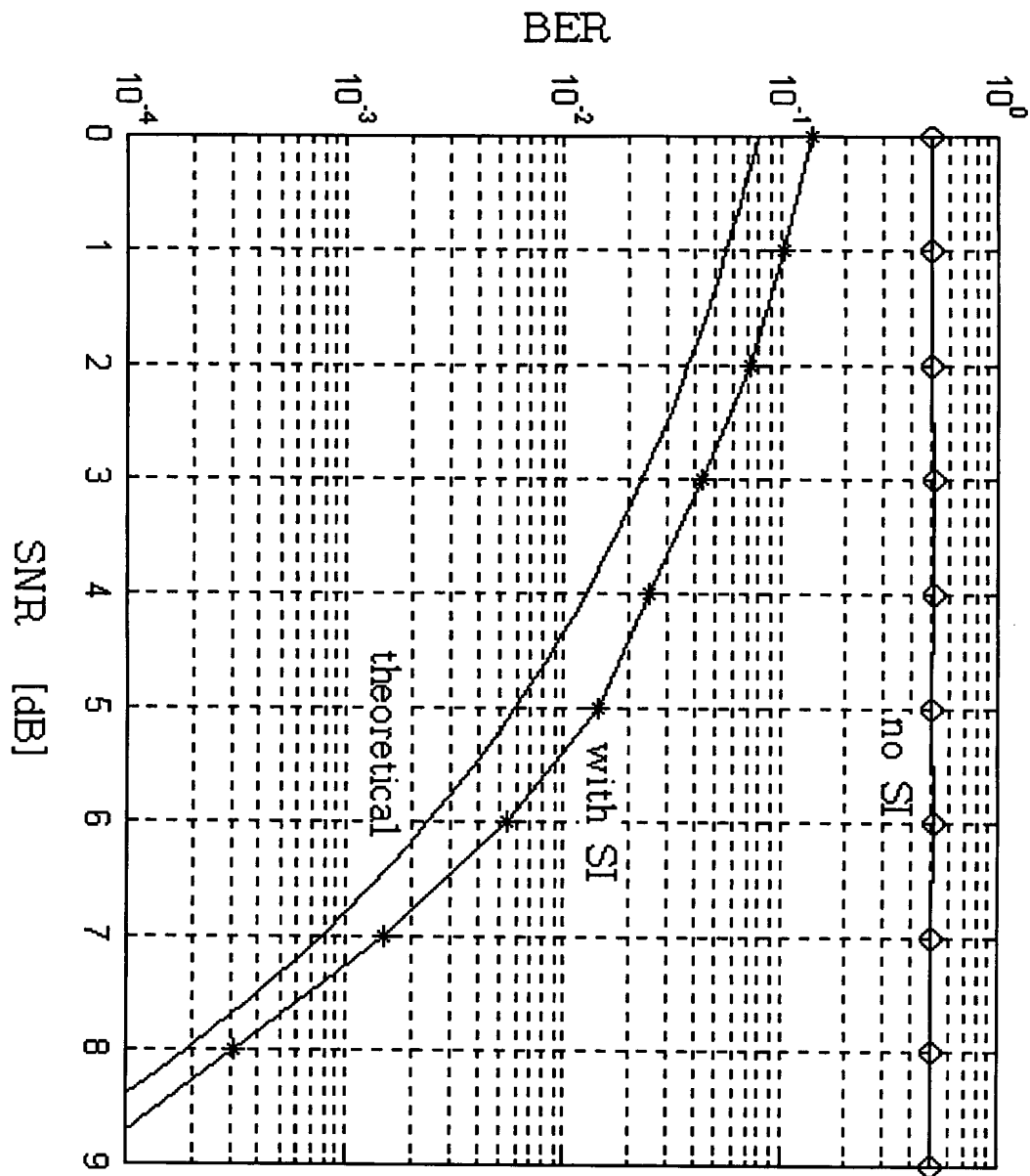
200



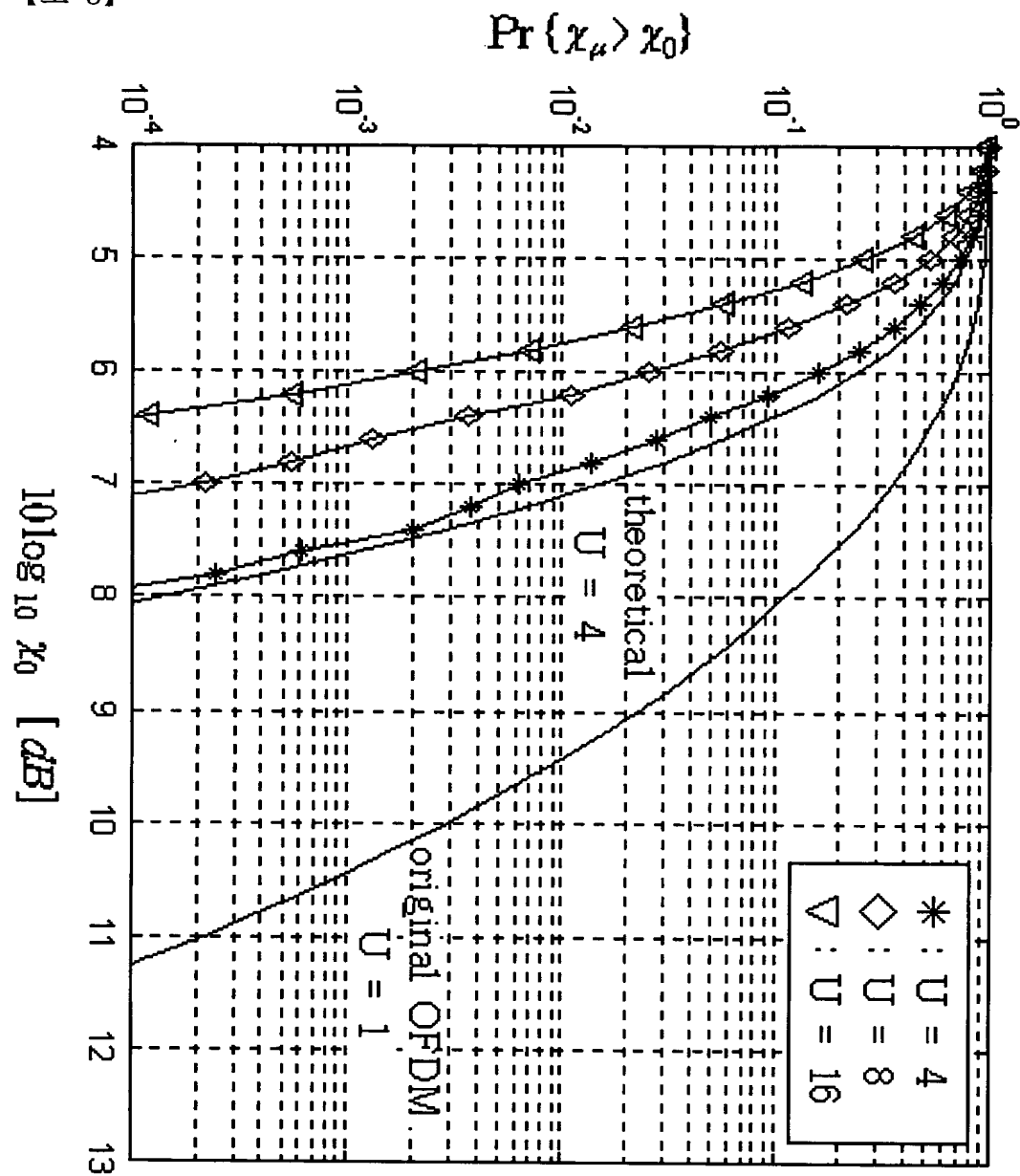
【도 3】



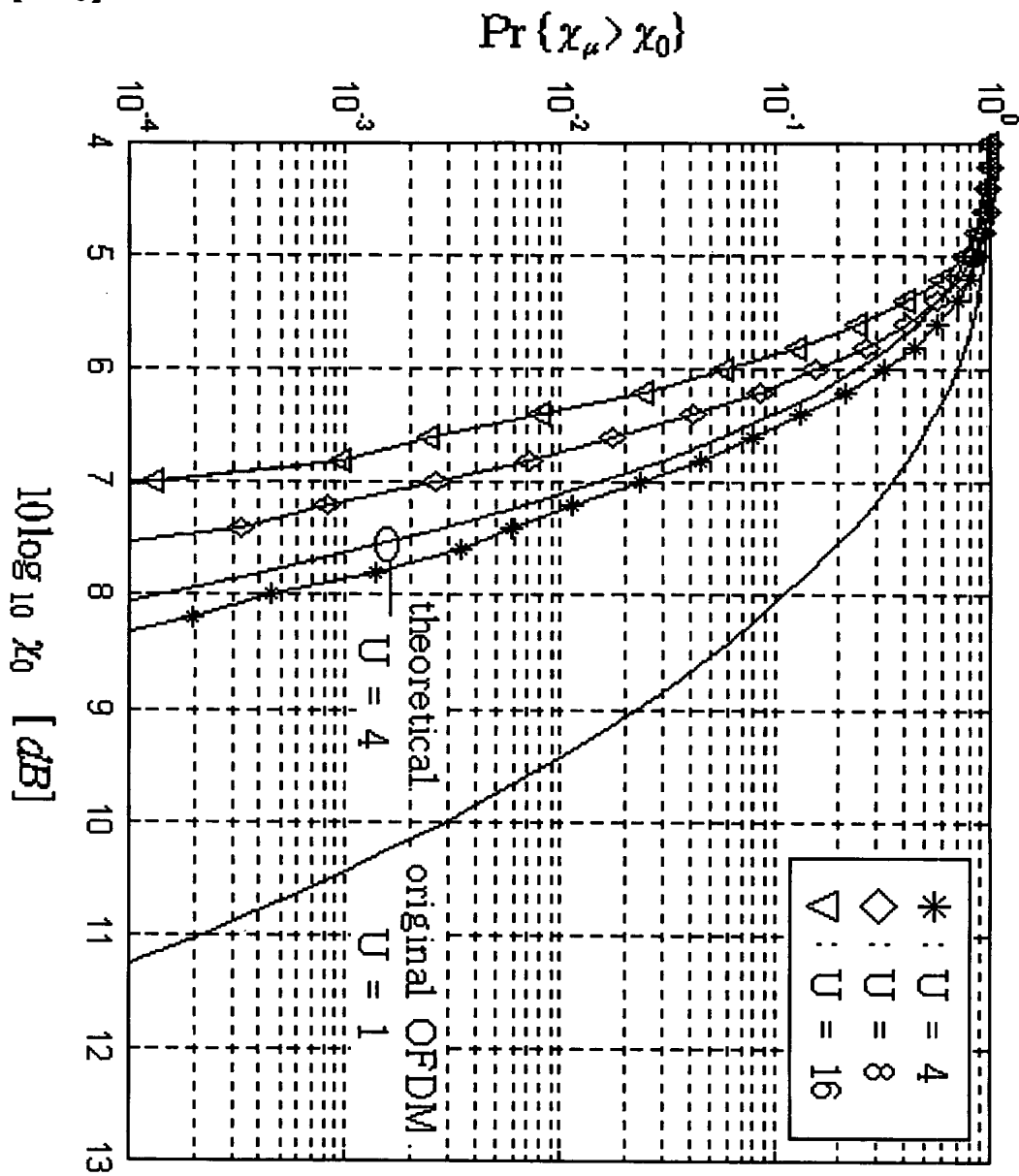
【도 4】



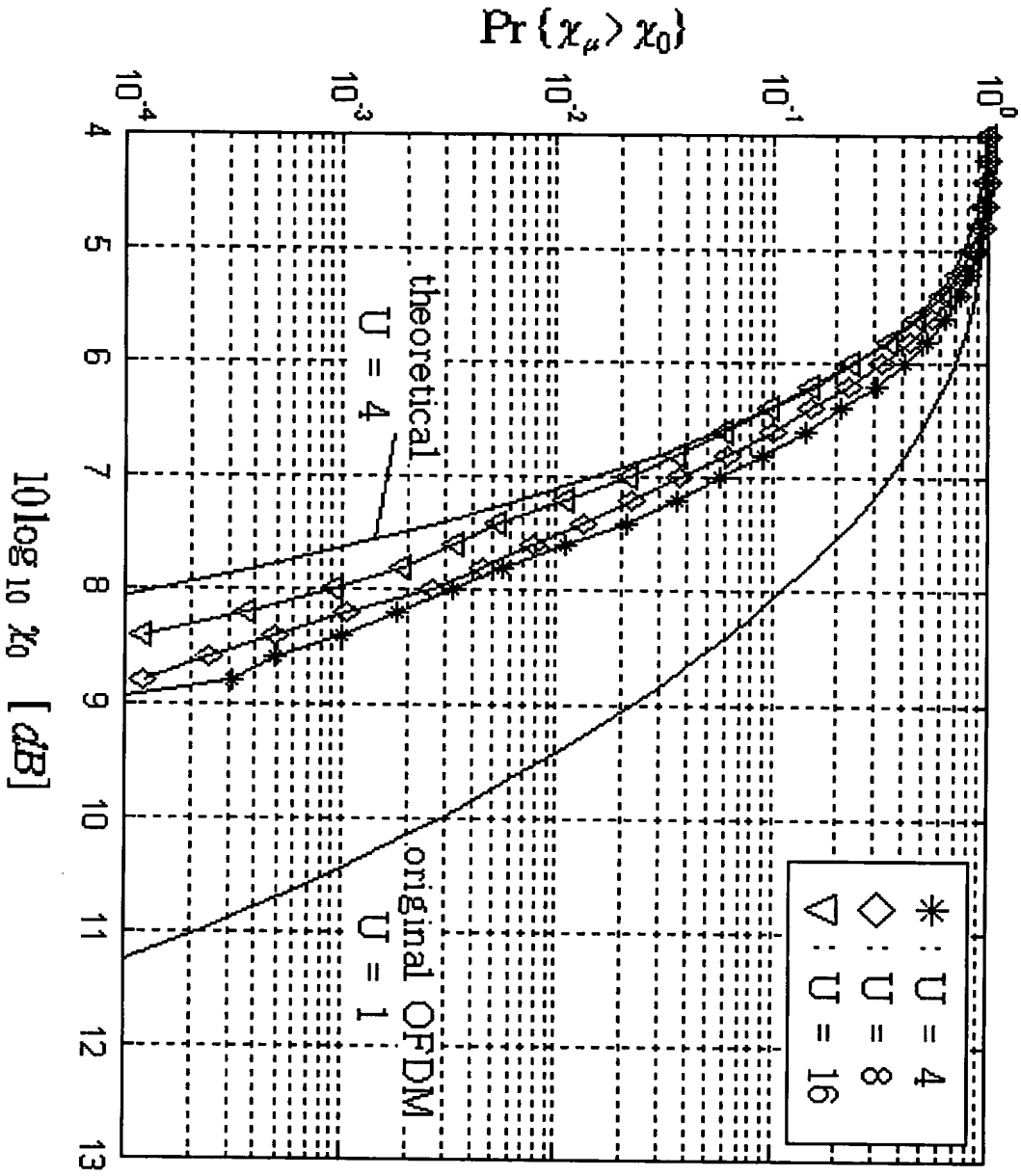
【도 5】



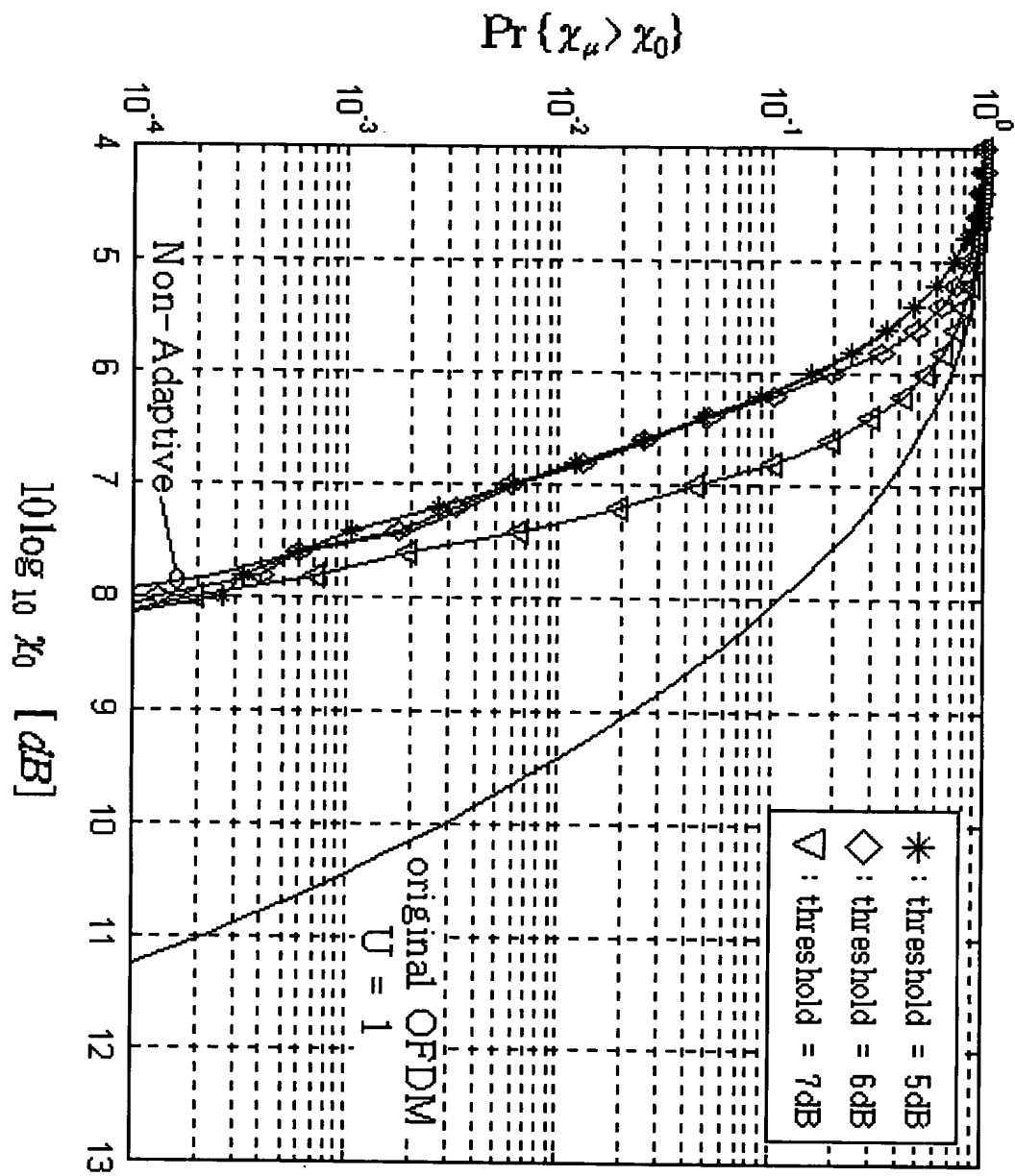
【도 6】



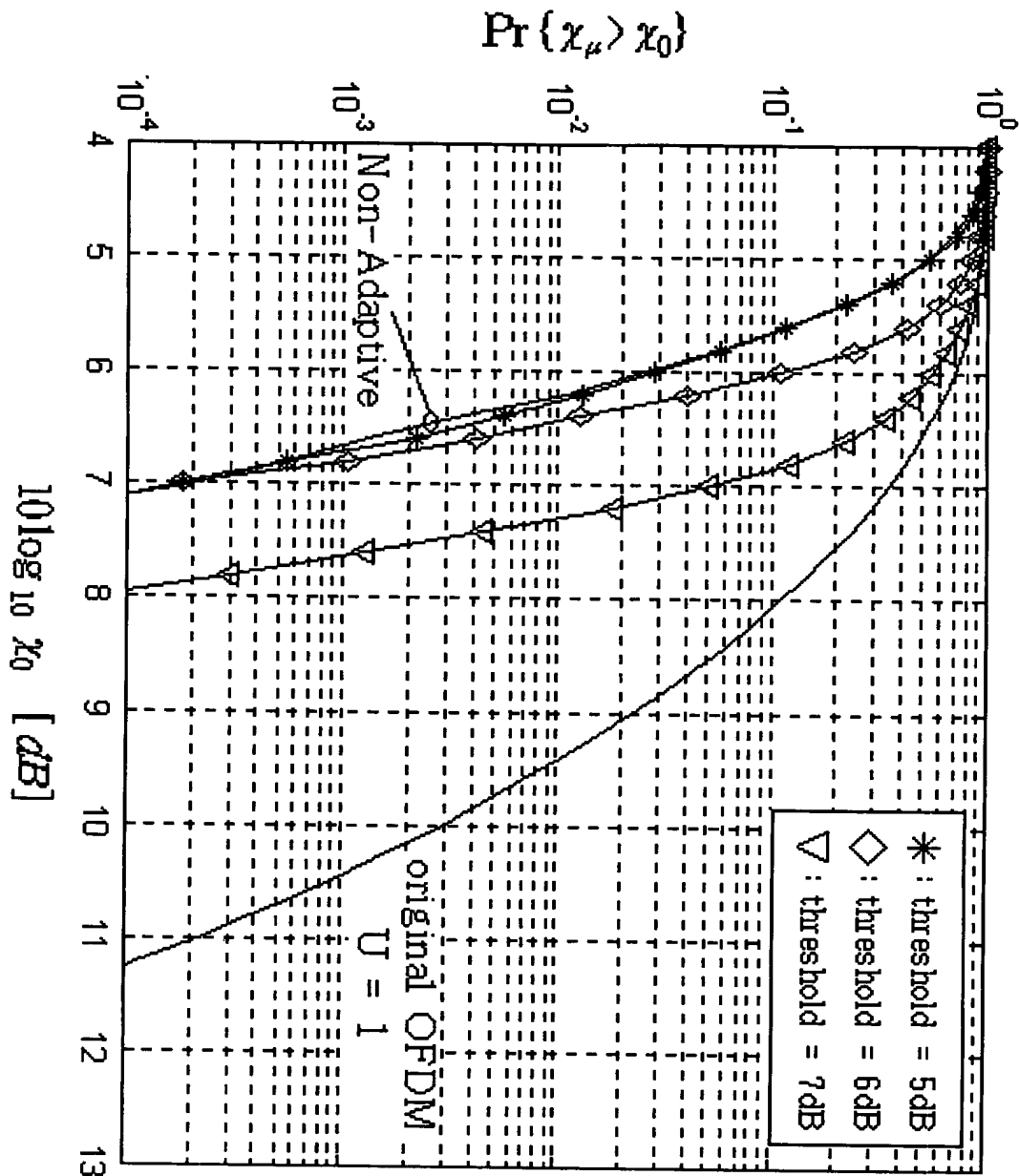
【도 7】



【도 8】



【도 9】



【도 10】

